

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

EP04151981



REC'D 14 DEC 2004
WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 47 110.3

Anmeldetag: 10. Oktober 2003

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

Bezeichnung: Vorrichtung und Verfahren zum Messen einzelner Zellenspannungen in einem Zellenstapel eines Energiespeichers

IPC: G 01 R 31/36

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 5. Oktober 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Remus

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Beschreibung

Vorrichtung und Verfahren zum Messen einzelner Zellenspannungen in einem Zellenstapel eines Energiespeichers.

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Messen einzelner Zellenspannungen in einem Zellenstapel eines Energiespeichers, insbesondere eines Energiespeichers in einem Kraftfahrzeug-Bordnetz.

10

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Betreiben dieser Vorrichtung.

15

In künftigen Kraftfahrzeug-Bordnetzen kommen neben heute üblichen Blei-Säure-Akkumulatoren auch andere, ebenfalls aus Einzelzellen aufgebaute Energiespeicher zum Einsatz, beispielsweise Nickel-Metall-Hydrid-Speicher, Lithium-Ionen-Speicher und Doppelschichtkondensatoren.

20

Bei Blei-Säure-Akkumulatoren erfolgt ein Ladungsausgleich zwischen den Einzelzellen des Akkumulators durch mäßiges Überladen des Akkumulators solange, bis schließlich alle Zellen geladen sind.

25

Aus EP 0 432 639 A2 ist bekannt, bei einer Vielzahl von in Reihe geschalteten Akkumulatoren einen Ladungsausgleich zwischen einem schwach geladenen Akkumulator und der Gruppe der übrigen Akkumulatoren mittels eines Rechteckgenerators, welcher über einen Transformator mit diesen Akkumulatoren verbunden ist, herbeizuführen.

Bei den genannten, neuartigen Energiespeichern ist jedoch die Empfindlichkeit der einzelnen Zellen gegen Überladung bzw. Überspannung ein Problem. Im Gegensatz zu Blei-Säure-Akkumulatoren darf beispielsweise bei einem Lithium-Ionen-Speicher die Ladespannung einer Zelle einen Wert von etwa 4.2V nicht wesentlich übersteigen, da sonst die Gefahr einer Zerstörung

oder sogar Entflammung besteht. Bei Doppelschichtkondensatoren beträgt die maximale Ladespannung etwa 2.5 bis 2.7V.

5 Infolge fertigungsbedingter, unterschiedlicher Streuung der Selbstentladung der Zellen werden in einem Zellenstapel die Ladezustände und Zellenspannungen bei längerem Betrieb unterschiedliche Werte annehmen.

10 Ein Problem dabei ist, dass in der Regel nur die Gesamtspannung des Zellenstapels, also des Energiespeichers, als Polspannung erfasst werden kann, nicht aber die Spannung jeder einzelnen Zelle. Es kann also nur "auf Verdacht" periodisch ein Ladungsausgleich durchgeführt werden. Tritt jedoch eine erhöhte Selbstentladung - etwa gegen Lebensende des Energiespeichers - oder ein Fehler in einer Einzelzelle auf, beispielsweise ein Kurzschluss, so kann dieser nicht unmittelbar erfasst werden. Dies kann zur Folge haben, dass sich beim nächsten Ladevorgang die Ladespannung auf weniger Zellen verteilt, so dass Einzelzellen mit einer überhöhten Spannung belastet werden. Dies führt dann zur Zerstörung weiterer Zellen 20 und muss in jedem Fall vermieden werden.

25 Es ist deshalb sehr wünschenswert, die Spannungen der einzelnen Zellen in einem Zellenstapel eines solchen Energiespeichers zu kennen, um entsprechend reagieren zu können.

30 Die Messung der einzelnen Zellenspannungen ist schwierig, weil nur die unterste Zelle Massebezug hat, also mit Bezug auf Masse (Bezugspotential) erfasst werden kann, während für alle anderen Zellen eine Umsetzung auf Massepotential erforderlich ist, um sie beispielsweise durch den Analog/Digital-Konverter eines Mikrocontrollers erfassen zu können.

35 Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zum Messen der Spannungen der einzelnen Zellen eines Zellenstapels eines Energiespeichers zu schaffen. Es ist auch Aufgabe der Erfin-

dung, ein Verfahren zum Betreiben dieser Vorrichtung anzugeben.

5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Verfahren gemäß den Merkmalen von Anspruch 3 gelöst.

10 Ausführungsbeispiele nach der Erfindung werden nachstehend anhand einer schematischen Zeichnung näher erläutert.

15 In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 ein Prinzipschaltbild einer Vorrichtung zur Messung der Zellenspannungen eines aus mehreren Zellen bestehenden Zellenstapels,

20 Figur 2 ein Detailschaltbild einer ersten Vorrichtung zur Messung der Spannung einer Einzelzelle,

25 Figur 3 Ein- und Ausgangssignale des in der ersten Schaltung verwendeten Differenzverstärkers Diff1,

Figur 4 Ein- und Ausgangssignale des in der ersten Schaltung verwendeten Synchrongleichrichters Amp1,

30 Figur 5 ein Detailschaltbild einer zweiten Vorrichtung mit einem alternativen Synchrongleichrichter Diff2,

Figur 6 Ein- und Ausgangssignale des in der zweiten Schaltung verwendeten Differenzverstärkers Diff1,

35 Figur 7 Ein- und Ausgangssignale des in der zweiten Schaltung verwendeten Synchrongleichrichters Diff2.

Figur 1 zeigt ein Prinzipschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Messen einzelner Zellenspannungen in einem Zellenstapel eines Energiespeichers. Dargestellt ist ein Zellenstapel ZS mit in Reihe geschalteten Zellen Z1, Z2 bis Zn 5 beispielsweise eines Lithium-Ionen-Speichers, wobei die Anschlüsse der Zellen (Plus- und Minuspol) herausgeführt sind. Auf weitere Einzelheiten wird weiter unten näher eingegangen.

Die Erfindung wird zunächst anhand einer Vorrichtung zur 10 Spannungsmessung an einer einzelnen Zelle gemäß eines in Figur 2 dargestellten Detailschaltbildes näher erläutert.

Figur 2 zeigt eine Vorrichtung zum Messen der Spannung einer Einzelzelle Z1 des in Figur 1 dargestellten Zellenstapels ZS, 15 beispielsweise eines Lithium-Ionen-Speichers mit einer Zellenspannung $U_z=4.2V$, deren Minuspol mit Bezugspotential GND verbunden ist.

Parallel zu dieser Zelle Z1 ist eine Reihenschaltung zweier 20 Dioden D1a und D1b angeordnet, die in Richtung vom Minuspol zum Pluspol der Zelle Z1 stromleitend sind.

Der Verbindungspunkt der beiden Dioden D1a und D1b ist über 25 einen Kondensator C1 mit dem nichtinvertierenden Eingang a eines Differenzverstärkers Diff1 verbunden.

Eine Referenzschaltung REF weist zwei in Reihe geschaltete 30 Dioden D3 und D4 auf, wobei die Anode der einen Diode - D4 - mit Bezugspotential GND und mit der Katode der anderen Diode - D3 - verbunden ist.

Der Verbindungspunkt der beiden Dioden D3 und D4 ist über einen Kondensator C3 mit dem invertierenden Eingang b des Differenzverstärkers Diff1 verbunden, dessen Ausgang c mit dem 35 Eingang eines Gleichrichters führt, welcher in diesem Ausführungsbeispiel als Synchron demodulator (Amp1, R1 bis R3 und S1) ausgeführt ist, auf den weiter unten näher eingegangen wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben dieser Vorrichtung arbeitet folgendermaßen:

Von einem Oszillatortakt T1 eines in Figur 2 nicht dargestellten Oszillators werden zwei Wechselstromquellen I1 und I2 gesteuert, wovon die erste Wechselstromquelle I1, zwischen nichtinvertierendem Eingang des Differenzverstärkers Diff1 bzw. dem Kondensator C1 und Bezugspotential GND angeordnet, einen Wechselstrom in den Kondensator C1 einspeist, während die zweite Wechselstromquelle I2, zwischen dem invertierendem Eingang des Differenzverstärkers Diff1 bzw. dem Kondensator C3 und Bezugspotential GND angeordnet, einen Wechselstrom in den Kondensator C3 der Referenzschaltung REF einspeist.

Die Wechselstromquelle I1 beaufschlägt den Kondensator C1 mit einem rechteckförmigen Wechselstrom von beispielsweise $\pm 100\mu\text{A}$. Die Taktfrequenz ist dabei so hoch zu wählen, dass sich der Kondensator während der Periodendauer nicht wesentlich auflädt oder entlädt.

In den Figuren 3 und 4 sind die Ein- und Ausgangssignale des Differenzverstärkers Diff1 und des Operationsverstärkers Ampl dargestellt, auf die im Verlauf der Beschreibung Bezug genommen wird.

Die Signale in den Figuren 3, 4, 6 und 7 sind jeweils in eingeschwungenem Zustand dargestellt.

Bei positivem Strom wird die Spannung an beiden Anschlüssen des Kondensators C1 so lange ansteigen, bis Diode D1a stromleitend wird; bei negativem Strom wird die Spannung an beiden Anschlüssen des Kondensators C1 so lange absinken, bis Diode D1b stromleitend wird:

Es entsteht somit eine rechteckförmige Wechselspannung, deren Spitze-Spitze-Wert im eingeschwungenen Zustand der Zellenspannung Uz, vermehrt um die Durchlassspannungen Ud der bei-

den Dioden D1a und D1b, entspricht: $V1 = Uz + 2Ud = 4.2V + 2*0.64V = 5.48V = \pm 2.74V$ (siehe Figur 3a).

Die Wechselstromquelle I2 treibt mit gleicher Kapazität ($C3 = C1$) und Stromwert $\pm 100\mu A$ den Kondensator C3 über die Durchlassspannungen der beiden Dioden D3 und D4. Da diese beiden Dioden mit Bezugspotential GND verbunden sind, beträgt die Wechselspannung hier $V2 = 0V + 2*0.64V = 1.28V = \pm 0.64V$ (siehe Figur 3b). Dies ist die Wechselspannungsreferenz.

10

Im Differenzverstärker Diff1 wird nun die Differenz $V1 - V2$ gebildet: $V1 - V2 = 5.48V - 1.28V = 4.2V$. Da der Differenzverstärker in diesem Ausführungsbeispiel beispielsweise einen Verstärkungsfaktor von "2" hat, erscheint an seinem Ausgang c eine Wechselspannung von $8.4V = \pm 4.2V$ (siehe Figur 3c).

Die Ausgangsspannung des Differenzverstärkers Diff1 wird nun dem Synchrongemodulator Ampl zugeführt. Dessen Eingangssignal am invertierenden Eingang entspricht dem Ausgangssignal des Differenzverstärkers Diff1 (Figur 4a = Figur 3c).

Der Synchrongemodulator besteht aus einem Operationsverstärker Ampl, Widerständen R1 bis R4 und einem Kondensator C4. Zwischen dem nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers Ampl und Bezugspotential GND ist ein Schalter S1 angeordnet, welcher vom Oszillatortakt T1 umgeschaltet wird (Figur 4b).

Bei geöffnetem Schalter S1 (positive Amplitude des Rechtecksignals) hat der Operationsverstärker Ampl einen Verstärkungsfaktor von "+1", bei geschlossenem Schalter S1 (negative Amplitude des Rechtecksignals) von "-1". In Figur 4b ist ange deutet, wie Schalter S1 den nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers Ampl periodisch mit Bezugspotential verbindet und so den Verstärkungsfaktor umschaltet.

Das Ausgangssignal V_+ am Ausgang der Schaltung folgt dem Ausgangssignal des Operationsverstärkers Ampl1, gefiltert mit einem aus Widerstand R4 und Kondensator C4 gebildeten Filter, wodurch etwaige Schaltstörungen eliminiert werden. Das Ausgangssignal V_+ entspricht der Spannung U_Z der Zelle Z1 und ist am Ausgang des Synchrongleichstrommodulators, bezogen auf Bezugspotential GND (bzw. Massepotential, 0V) abgreifbar.

5 In Figur 5 ist ein weiteres Detailschaltbild, wie in Figur 2
10 gezeigt, jedoch mit einer alternativen Ausführung eines Syn-
chrongleichstrommodulators, bestehend aus den Bauelementen Diff2, S2,
S3, C5 und C6, dargestellt.

15 Die Schaltung von der Zelle Z1 über die Dioden D1a, D1b, D3,
D4, die Kondensatoren C1 und C3 sowie die Wechselstromquellen
I1 und I2 bis zum Ausgang c des Differenzverstärkers Diff1
entspricht der in Figur 2 dargestellten Schaltung. Auch die
Eingangssignale an den Eingängen a (Figur 6a) und b (Figur
6b) entsprechen denen nach Figur 3a und 3b.

20 Das Ausgangssignal am Ausgang c des Differenzverstärkers
Diff1 wird mittels zweier paralleler Schalter S2 und S3, mit
dem Oszillatortakt T1 abwechselnd
- mit einem Kondensator C5 sowie dem nichtinvertierenden Ein-
25 gang a eines weiteren Differenzverstärkers Diff2, bzw.
- mit einem Kondensator C6 sowie dem invertierenden Eingang b
des weiteren Differenzverstärkers Diff2
verbunden.

30 Bei positiver Amplitude des Oszillatortakts T1 ist Schalter
S2 geschlossen (leitend) und Schalter 3 geöffnet; bei negati-
ver Amplitude des Oszillatortakts T1 ist Schalter S3 ge-
schlossen und Schalter 2 geöffnet. Dadurch wird Kondensator
C5 auf den positiven Wert (Figur 7b) und Kondensator C6 auf
35 den negativen Wert (Figur 7b) des am Ausgang c des Differenz-
verstärkers Diff1 erscheinenden Wechselspannungs-Ausgangs-
signals (Figur 7a = Figur 6c) geladen.

Der weitere Differenzverstärker Diff2 bildet nun die Differenz der beiden an seinen Eingängen a und b anliegenden Gleichspannungen (im Beispiel Figur 7b: +2.10V und -2.10V = 4.20V: Figur 7c), die an seinem Ausgang c als massebezogene Gleichspannung V_0 , welche der Zellenspannung U_Z entspricht, abgegriffen werden kann.

Ist in den Figuren 2 und 5 jeweils ein Detailschaltbild zum Messen einer einzigen Zellenspannung dargestellt, um das Verfahren besser erklären zu können, so zeigt Figur 1 ein Prinzipschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Messen einer Vielzahl von Zellenspannungen in einem Zellenstapel eines Energiespeichers.

Dargestellt ist ein Zellenstapel ZS mit in Reihe geschalteten Zellen Z1, Z2 bis Zn beispielsweise eines Lithium-Ionen-Speichers. Parallel zu jeder Zelle ist die Reihenschaltung zweier Dioden D1a-D1b bis Dn a-Dnb angeordnet, die in Richtung vom Minuspol zum Pluspol der Zelle stromleitend sind.

Die Verbindungspunkte der beiden jeweils einer Zelle zugeordneten Dioden D1a-D1b bis Dn a-Dnb sind über je einen Kondensator C1 bis Cn zu den Anschlüssen eines Umschalters UM geführt, der sie nacheinander, vom Teilersignal T2 einer Taktsteuerung ST gesteuert, mit seinem Ausgang verbindet.

Die Taktsteuerung ST besteht aus einem Oszillator OSZ, welcher ein Oszillatortaktsignal T1, eine rechteckige Wechselspannung einer bestimmten Frequenz, erzeugt, die mittels eines Frequenzteilers DIV zu einem Teilersignal T2 herabgesetzt wird, um den Umschalter UM nach erfolgter Erfassung der Zellenspannung weiterzuschalten.

Der Umschalter UM muss eine der Anzahl der Zellen des Zellenstapels entsprechende Zahl von Schaltstellungen aufweisen, die eine Größenordnung von 20 bis 30 (bei Doppelschichtkon-

densatoren) erreichen kann. Dieser Umschalter kann beispielsweise als CMOS-Schalter ausgeführt sein.

Vom Oszillatortakt T1 des Oszillators OSZ werden die aus Figur 2 bekannten beiden Wechselstromquellen I1 und I2 gesteuert, wovon die erste Wechselstromquelle I1 einen Wechselstrom über den Umschalter UM je nach dessen Schaltstellung in einen der Kondensatoren C1 oder C2 bis Cn einspeist, während die zweite Wechselstromquelle I2 einen Wechselstrom in den Kondensator C3 der Referenzschaltung REF einspeist, die neben diesem Kondensator C3 wieder zwei Dioden D3 und D4 aufweist, deren Verbindungspunkt mit dem Kondensator C3 verbunden ist.

Der Ausgang des Umschalters UM und der nicht mit den Dioden D3, D4 verbundene Anschluss des Kondensators C3 sind mit den Eingängen a und b des Differenzverstärkers Diff1 verbunden, dessen Ausgang c mit einem vom Oszillatortakt T1 gesteuerten Gleichrichter GLR verbunden ist, an dessen Ausgang nacheinander eine der jeweiligen Zellenspannung Uz proportionale Gleichspannung V= erscheint.

Der Gleichrichter GLR kann als ein in Figur 2 oder Figur 5 dargestellter Synchron demodulator Ampl oder Diff2 ausgebildet sein.

Das Ausgangssignal V= des Gleichrichters GLR entspricht im eingeschwungenen Zustand der Spannung Uz der jeweils mit dem Umschalter UM ausgewählten Zelle, nun aber potentialverschoben mit Bezug auf Masse GND.

Entsprechend wird mit jedem Weiterschalten des Umschalters UM die entsprechende Zellenspannung am Ausgang des Gleichrichters GLR dargestellt. Im Ergebnis werden so die einzelnen Zellenspannungen nacheinander massebezogen abgebildet.

Zur Überwachung der Zellenspannungen kann im einfachsten Falle die Spannungsfolge mit einem Grenzwertvergleicher gegen

einen unteren und einen oberen Wert verglichen werden. Ein Überschreiten des Maximalwertes weist dabei auf eine Überspannung der Zelle hin; ein Unterschreiten des Minimalwertes auf einen Kurzschluss. Diese Information kann nun einer Überwachungseinheit zugeführt werden, die daraufhin geeignete Maßnahmen ergreift; etwa einen Abbruch des Ladevorganges, das Einleiten eines Ladeausgleichsvorganges, oder eine Information an den Fahrer, dass eine Werkstatt aufgesucht werden muss.

5 10 Die Überwachung mittels Grenzwertvergleicher ist allerdings recht grob. So ist beispielsweise die betroffene Zelle nicht identifizierbar. Auch ist bei einem Ladungsausgleichsvorgang das Erreichen des Ladungsgleichgewichtes nicht erkennbar.

15 20 Bei einer verfeinerten Überwachung mittels Microcontroller können die Spannungswerte $V=$ nacheinander im zeitlichen Bezug zum Schalttakt des Umschalters erfasst werden, so dass eine weitere Bewertung der Zellenspannung mittels Überwachungssoftware erfolgen kann.

25 Beim Ladungsausgleich ist das langsame Angleichen der einzelnen Zellenspannungen erkennbar, so dass eine Beendigung des Lade- oder Umladevorganges bestimmt werden kann.

30 Auch ist eine Langzeitüberwachung der Einzelzellen möglich, so dass - etwa bei erkennbarem Abfall der Kapazität einer Zelle, einem Anstieg der Selbstentladung oder einem Anstieg des Innenwiderstandes einer Zelle - ein Warnhinweis abgegeben werden kann, dass ein Werkstattbesuch erforderlich ist.

Dies erhöht die Zuverlässigkeit des Systems ganz wesentlich und senkt die Reparaturkosten, da nun nur noch die defekte Zelle ersetzt werden muss und nicht mehr der ganze Zellenstapel.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Messen einzelner Zellenspannungen (Uz) der Zellen (Z1 bis Zn) in einem Zellenstapel (ZS) eines Energiespeichers, insbesondere eines Energiespeichers in einem Kraftfahrzeug-Bordnetz,

dadurch gekennzeichnet,

10 dass parallel zu jeder Zelle (Z1 bis Zn) eine Reihenschaltung zweier Dioden (D1a-D1b bis Dann-Dnb), die in Richtung vom Minuspol zum Pluspol der Zelle (Z1 bis Zn) stromleitend sind, angeordnet ist,

15 dass ein Umschalter vorgesehen ist, welcher eine der Anzahl der Zellen (Z) des Zellenstapels (ZS) entsprechende Zahl von einzelnen Schaltstellungen zugeordneten Anschlüssen aufweist, welche über je einen Kondensator (C1 bis Cn) mit den Verbindungspunkten der den Zellen zugeordneten Dioden 20 (D1a-D1b bis Dann-Dnb) verbunden sind,

dass eine Referenzschaltung (REF) vorgesehen ist, welche zwei in Reihe geschaltete Dioden (D3, D4) aufweist, wobei die Anode der einen Diode (D4) mit Bezugspotential (GND) und 25 mit der Katode der anderen Diode (D3) verbunden ist,

dass ein Differenzverstärker (Diff1) vorgesehen ist, dessen nichtinvertierender Eingang mit dem Ausgang des Umschalters (UM) verbunden ist, und dessen invertierender Eingang über einen Kondensator (C3) mit dem Verbindungspunkt der beiden 30 Dioden (D3, D4) verbunden ist,

dass ein gesteuerter Gleichrichter (GLR) vorgesehen ist, dessen Eingang mit dem Ausgang des Differenzverstärkers (Diff1) verbunden ist, und an dessen Ausgang eine der Zellenspannung (Uz) der jeweils über den Umschalter (UM) aus-

gewählten Zelle proportionale, auf Bezugspotential (GND) bezogene Gleichspannung (V_0) abgreifbar ist,

5 dass eine erste, gesteuerte Wechselstromquelle (I_1) vorgesehen ist, die zwischen dem nichtinvertierendem Eingang des Differenzverstärkers (Diff1) und Bezugspotential (GND) angeordnet ist,

10 dass eine zweite, gesteuerte Wechselstromquelle (I_2) vorgesehen ist, die zwischen dem invertierendem Eingang des Differenzverstärkers (Diff1) und Bezugspotential (GND) angeordnet ist, und

15 dass eine Taktsteuerung (ST) vorgesehen ist, welche einen Oszillator (OSZ) aufweist, der ein Oszillatortaktsignal (T_1) ausgibt, und einen Frequenzteiler (DIV) aufweist, welcher ein Teilersignal (T_2) ausgibt,
wobei die beiden Wechselstromquellen (I_1, I_2) und der
20 Gleichrichter (GLR) mit dem Oszillatortakt (T_1) gesteuert werden und der Umschalter (UM) mit dem Teilersignal (T_2) gesteuert wird.

25 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleichrichter (GLR) als ein vom Oszillatortakt (T_1) gesteuerter Synchrongemodulator (Ampl, Diff2) ausgebildet ist.

30 3. Verfahren zum Betreiben der Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

35 dass zum Messen der Zellenspannung (U_z) einer bestimmten Zelle (Z_1 bis Z_n) des Zellenstapels (ZS) ein erster, rechteckförmiger Wechselstrom bestimmter Frequenz (T_1) und Amplitude in den der Zelle zugeordneten Kondensator (C_1 bis C_n) eingespeist wird, wodurch eine Wechselspannung (V_1) ent-

steht, welche der Zellenspannung (U_z), vermehrt um die Durchlassspannungen (U_d) der beiden zur Zelle (U_z) parallel liegenden Dioden ($D_{la}-D_{lb}$ bis $D_{an}-D_{nb}$) entspricht,

5 dass ein dem ersten, rechteckförmigen Wechselstrom in Frequenz und Amplitude gleicher Wechselstrom in den der Referenzschaltung (REF) zugeordneten Kondensator (C_3) eingespeist wird, wodurch eine auf Masse (Bezugspotential GND) bezogene Wechselspannung (V_2) entsteht, welche der Durch-
10 lassspannung (2^*U_d) der beiden der Referenzschaltung (REF) zugeordneten Dioden (D_3, D_4) entspricht,

dass die Differenz (V_1-V_2) der beiden Wechselspannungen (V_1, V_2) gebildet wird, wodurch eine der Zellenspannung (U_z) 15 entsprechende Wechselspannung entsteht, und

dass die der Zellenspannung (U_z) entsprechende Wechselspannung gleichgerichtet wird, wodurch eine der Zellenspannung (U_z) entsprechende, auf Masse (Bezugspotential GND) bezogene 20 Gleichspannung ($V=$) entsteht.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dieses Verfahren nacheinander auf alle 25 Zellen (Z_1 bis Z_n) des Zellenstapels (ZS) angewandt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz (Taktfrequenz T_1) der in die Kondensatoren 30 (C_1 bis C_n und C_3) eingespeisten Wechselströme so hoch gewählt ist, dass sich die Kondensatoren während der Periodendauer nicht wesentlich auf- oder entladen.

35 6. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Amplituden der in die Kondensatoren (C_1 bis C_n und C_3) eingespeisten Wechselströme im μ A-Bereich liegen.

7. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet,
dass die der Zellenspannung (U_z) jeder Zelle (Z_1 bis Z_n) ent-
sprechende, auf Masse (Bezugspotential GND) bezogene Gleich-
spannung ($V=$) einem Grenzwertvergleich mit einem oberen und
5 einem unteren Grenzwert unterzogen wird, wobei ein Über-
schreiten des oberen Grenzwertes auf eine Überspannung der
zelle, und ein Unterschreiten des unteren Grenzwertes auf ei-
nen Kurzschluss der Zelle hinweist.

10

8. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet,
dass dass die den Zellenspannungen (U_z) jeder Zelle (Z_1 bis
 Z_n) entsprechenden, auf Masse (Bezugspotential GND) bezogenen
Gleichspannungswerte ($V=$) gespeichert werden, wodurch beim
15 Ladungsausgleich das langsame Angleichen einzelner Zellen-
spannungen (U_z) erkennbar wird und eine Beendigung des Lade-
oder Umladevorgangs bestimmbar ist, sowie eine Langzeitüber-
wachung jeder einzelnen Zelle (Z_1 bis Z_n) auf einen Abfall
der Kapazität oder einen Anstieg der Selbstentladung oder des
20 Innenwiderstandes erfolgen kann.

Zusammenfassung

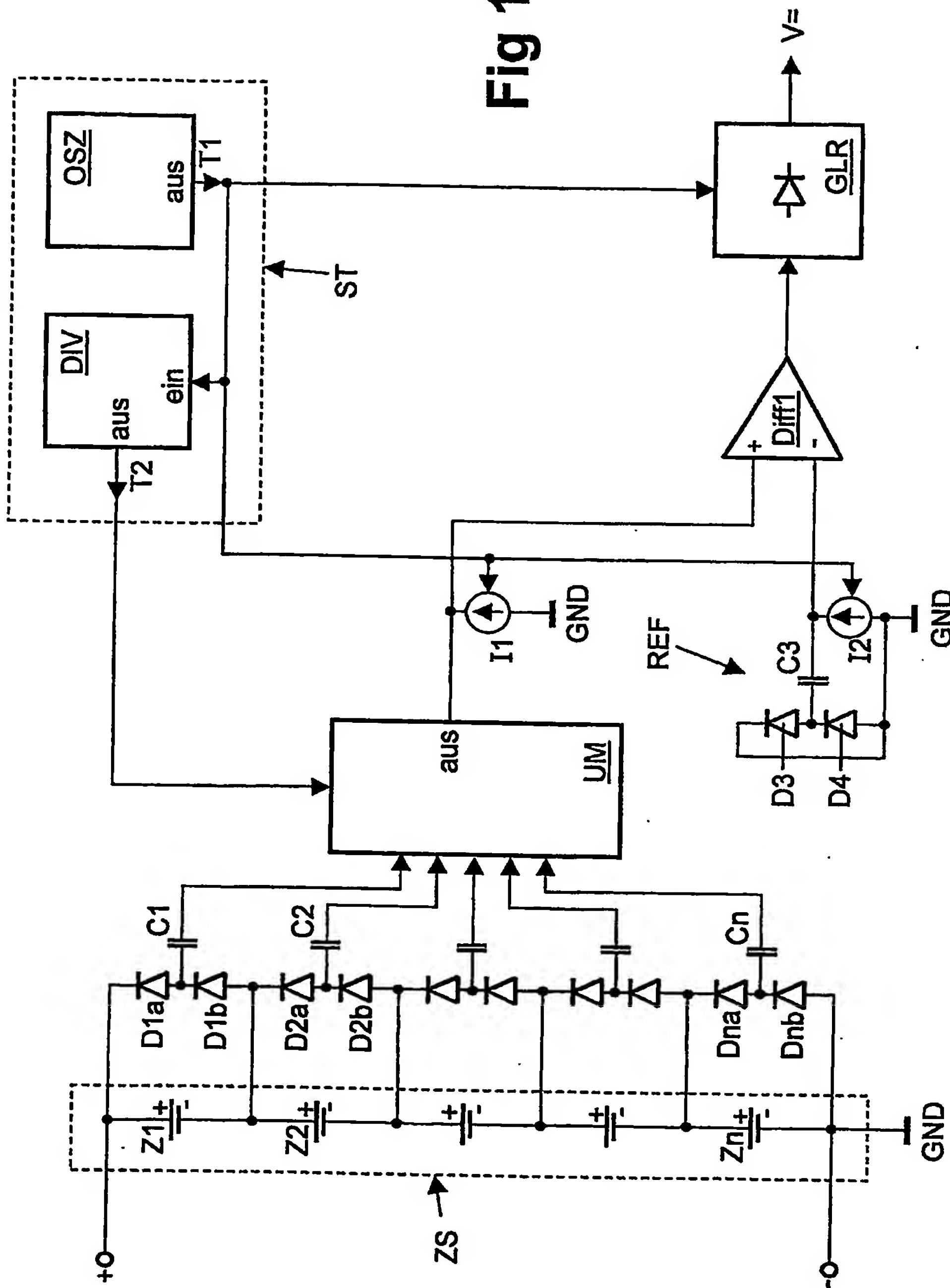
Vorrichtung und Verfahren zum Messen einzelner Zellenspannungen in einem Zellenstapel eines Energiespeichers.

5 Vorrichtung und Verfahren zum Messen einzelner Zellenspannungen der Zellen in einem Zellenstapel eines Energiespeichers, wobei parallel zu jeder Zelle eine Reihenschaltung zweier Di-
10 oden angeordnet ist, wobei die Verbindungspunkte dieser Dio-
 den über je einen Kondensator über einen Umschalter mit einem Differenzverstärker verbunden sind, und in diese Kondensato-
 ren ein Wechselstrom bestimmter Frequenz und Amplitude einge-
 speist wird, welcher eine der Zellenspannung entsprechende Wechselspannung erzeugt, die nach Gleichrichtung zu einem
15 massebezogenen Gleichspannungswert für die Zellenspannung wird.

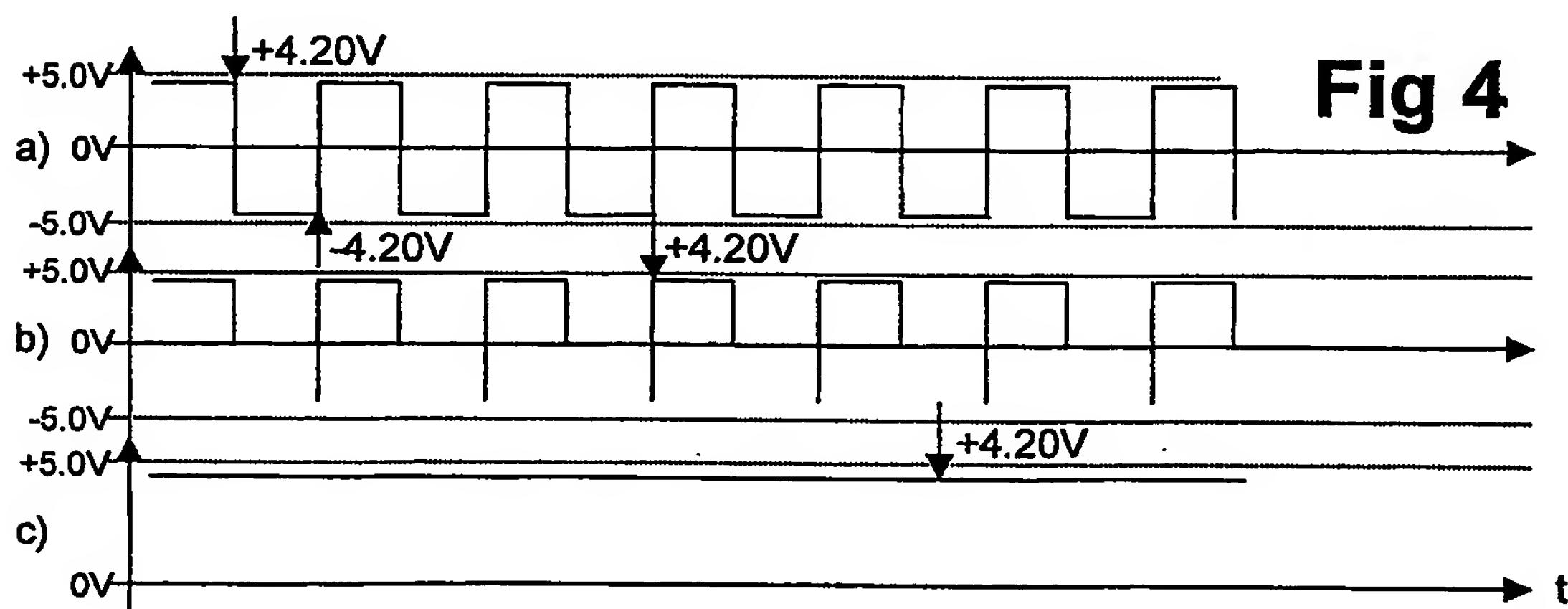
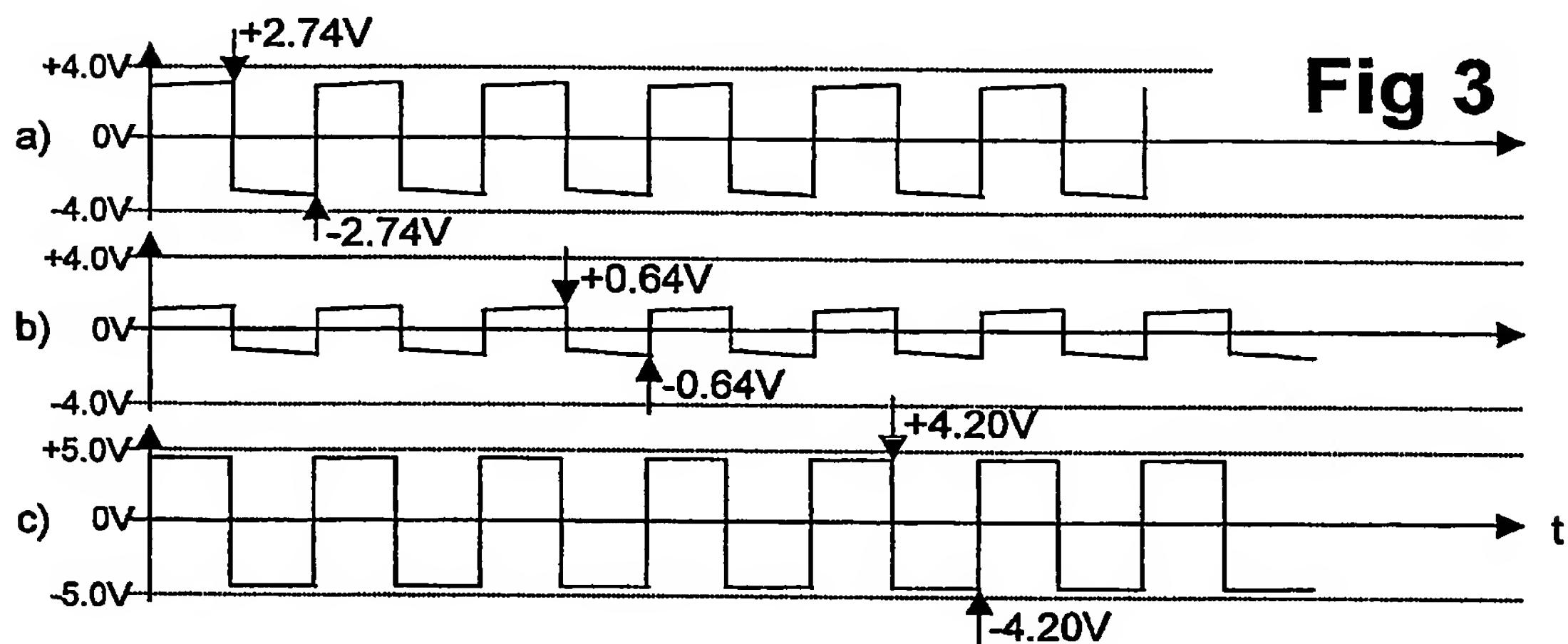
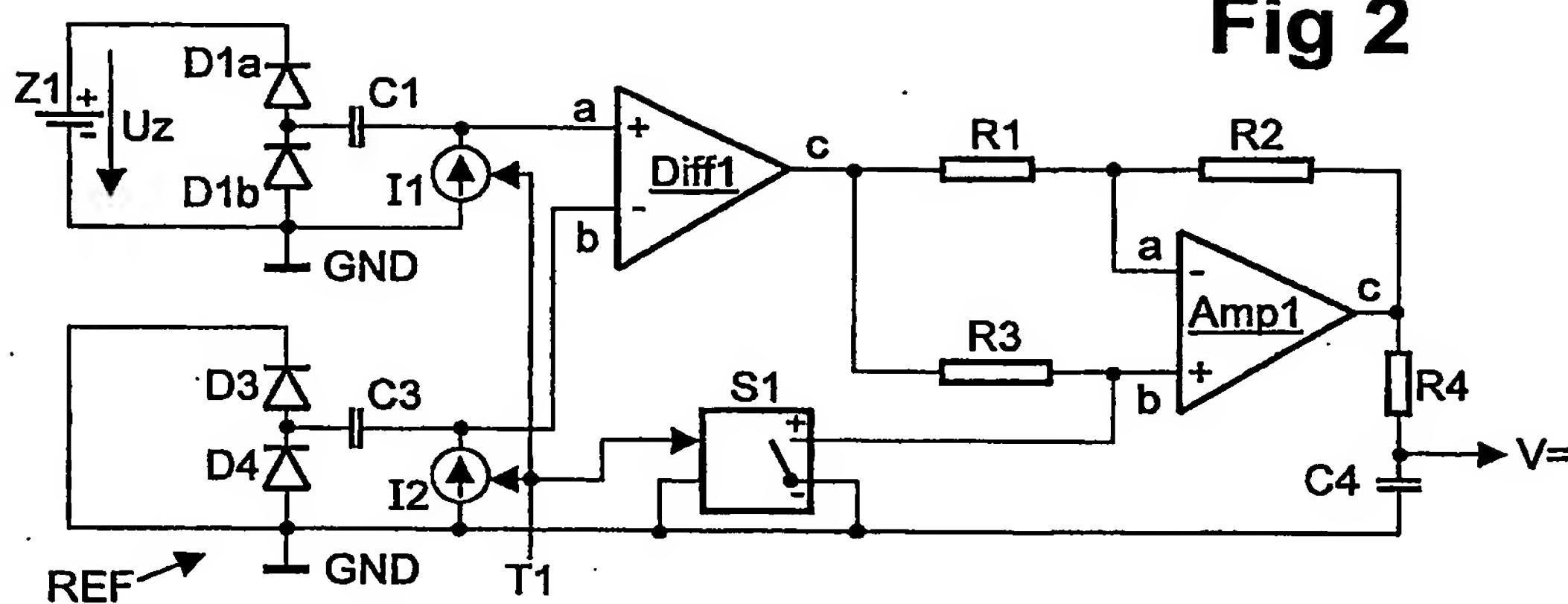
Figur 1

200305636

Fig 1



200305636



200305636

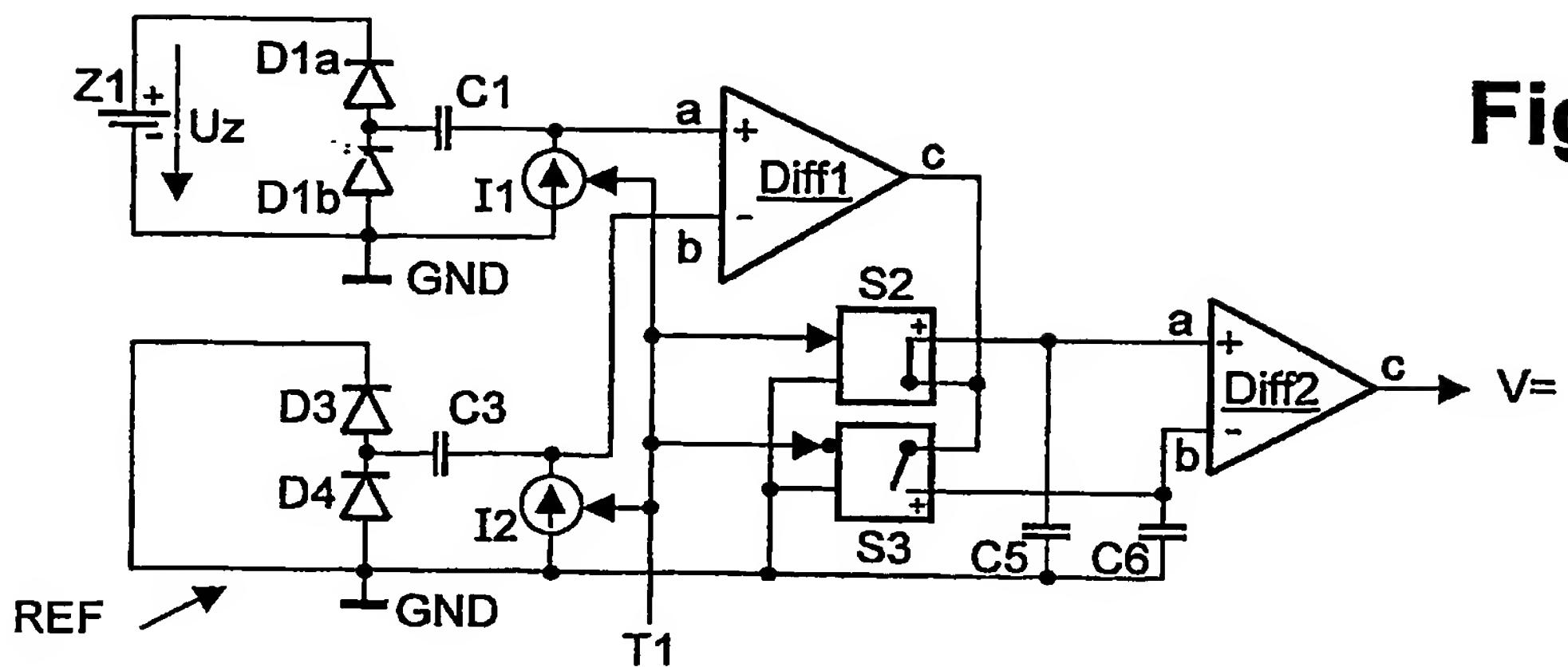


Fig 5

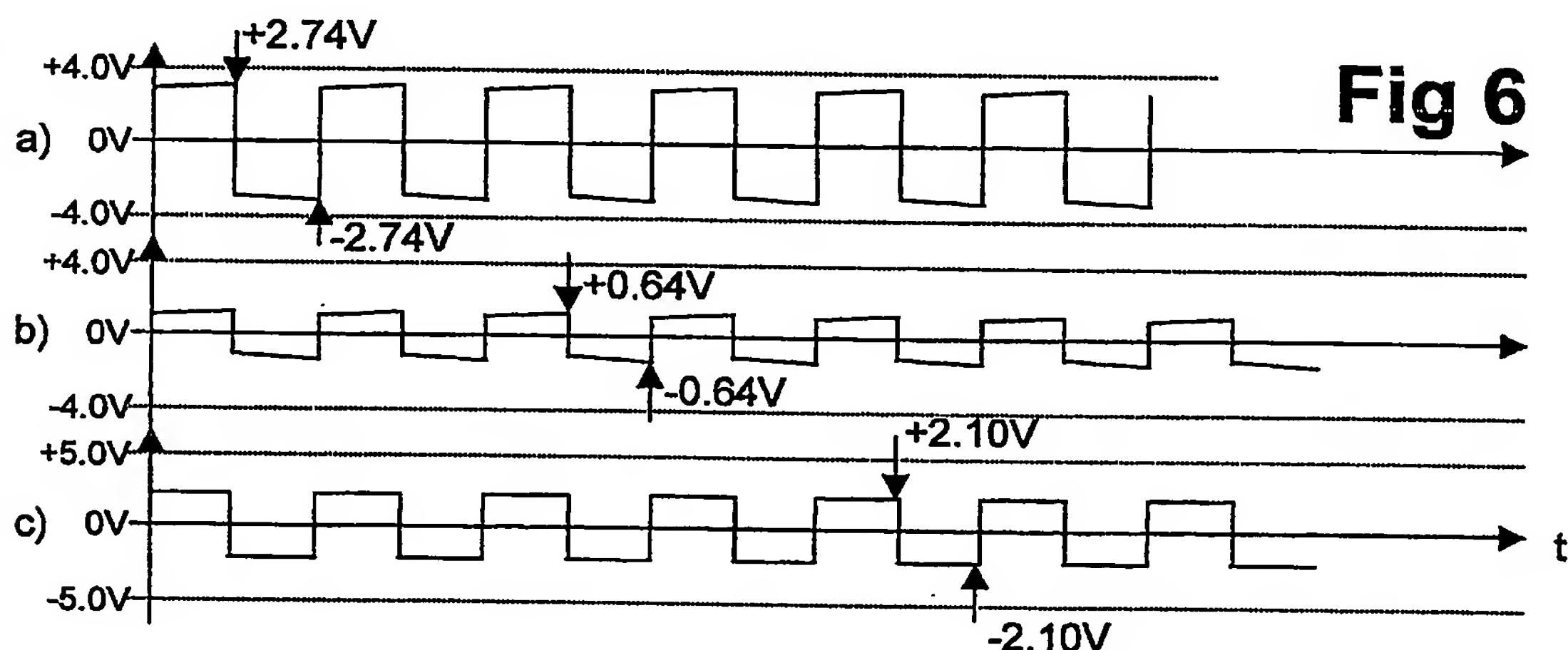


Fig 6

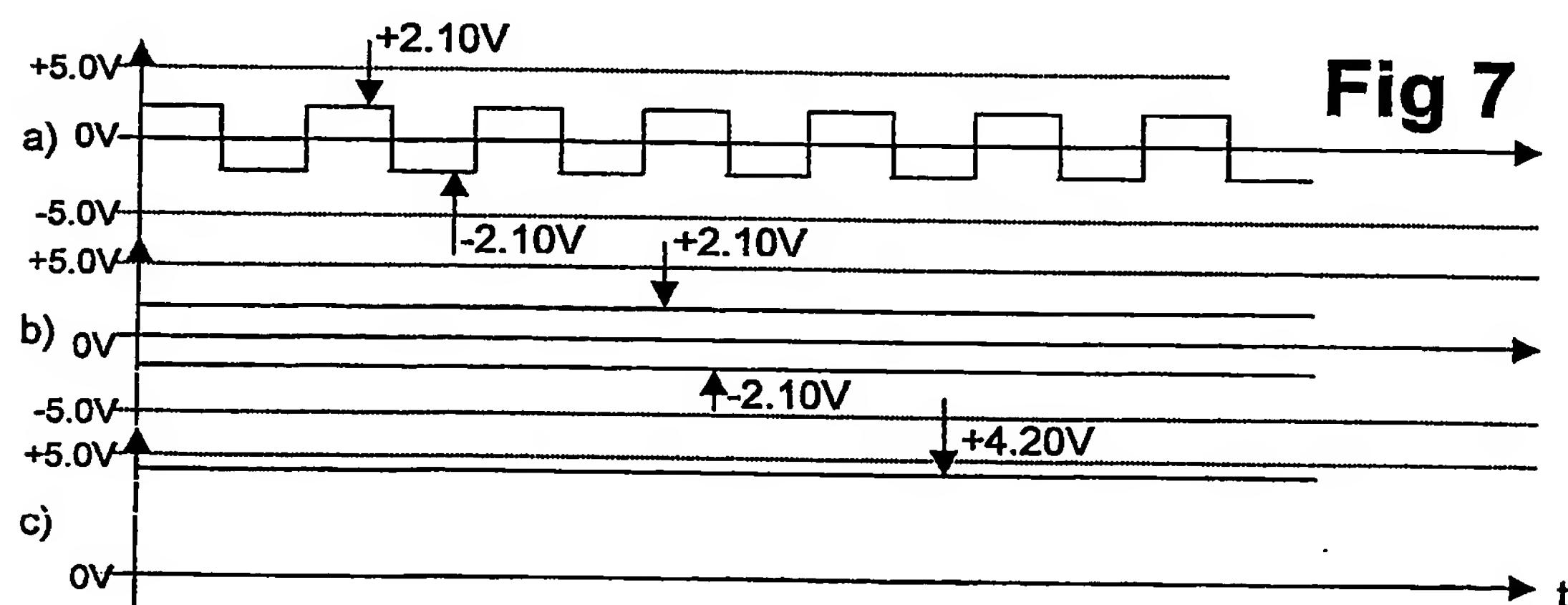


Fig 7

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.